

DaimlerChrysler AG

Entfernungsbestimmung eines Objekts

5 Bei der Erfindung handelt es sich um eine Vorrichtung mit
zwei Kameras, von denen eine erste Kamera im sichtbaren
Spektralbereich empfindlich ist und eine zweite Kamera im
infraroten Spektralbereich empfindlich ist, und die in einem
definierten Abstand zueinander angeordnet sind, um Bilder ei-
10 ner gleichen, wenigstens ein Objekt aufweisenden Szene aufzu-
nehmen. Die Erfindung betrifft darüber hinaus ein Verfahren
zur Entfernungsbestimmung eines Objekts.

Heutzutage werden in Kraftfahrzeugen verstärkt Kameras einge-
15 setzt, die im infraroten Spektralbereich empfindlich sind, um
einem Fahrzeuglenker eine Orientierung bei Dunkelheit zu er-
möglichen und das Erkennen von Objekten zu erleichtern. Dabei
wird in einem infraroten Spektralbereich ein Bild einer die
Objekte aufweisenden Szene aufgenommen und aus dem Bild ein
20 Anzeigebild der Szene abgeleitet, welches auf einem Anzeige-
schirm dargestellt wird. Weil es sich bei der Strahlung im
infraroten Wellenlängenbereich um Wärmestrahlung handelt,
entspricht eine Helligkeitsverteilung im Anzeigebild der Sze-
ne einer Temperaturverteilung in der Szene, so dass bei-
25 spielsweise eine auf Objekten der Szene wie Schildern und
Hinweistafeln aufgebrachte Schrift im Anzeigebild nicht wie-
dergegeben wird.

Um diesen Nachteil zu beheben, ist es beispielsweise aus den
30 US 5,100,558 und US 6, 150,930 bekannt, Kameras, die im inf-
raroten Spektralbereich empfindlich sind, mit Kameras zu kom-

binieren, die im sichtbaren Spektralbereich empfindlich sind. Das von der im infraroten Spektralbereich empfindlichen Kamera aufgenommene Bild der Szene wird dabei mit einem von der im sichtbaren Spektralbereich empfindlichen Kamera aufgenommenen Bild der Szene überlagert, so dass im Anzeigebild der Szene farbliche Unterschiede von im sichtbaren Spektralbereich strahlenden Bereichen der Objekte sichtbar werden. In von solchen Farbnachtsichtgeräten erzeugten Anzeigebildern lassen sich beispielsweise die Farben von Ampeln erkennen, Frontscheinwerfer entgegenkommender Kraftfahrzeuge von Heck-

5
10

scheinwerfern und Bremslichtern vorausfahrender Kraftfahrzeuge unterscheiden oder Schriften auf Hinweistafeln bei Dunkelheit lesbar machen.

Bei dem in der US 5,001,558 offenbarten Farbnachtsichtgerät nimmt die Infrarotkamera ein monochromatisches Bild einer Szene auf. Die Farbkamera nimmt ein Bild derselben Szene im sichtbaren Spektralbereich auf. Beide Bilder werden überlagert, und diese Überlagerung wird einem Anzeigeschirm zugeführt, der ein Anzeigebild der Szene als Überlagerung der beiden Bilder wiedergibt. Die Anordnung ist derart, dass zwischen beiden Kameras ein Spiegel angeordnet ist, der reflektiv für Strahlung im sichtbaren Spektralbereich und durchlässig für Strahlung im infraroten Spektralbereich ist. Die vor dem Spiegel angeordnete Farbkamera nimmt vom Spiegel reflektierte sichtbare Strahlung auf, während die hinter dem Spiegel angeordnete Infrarotkamera vom Spiegel durchgelassene infrarote Strahlung aufnimmt. Dadurch ist gewährleistet, dass beide Kameras jeweils ein Bild derselben Szene aufnehmen.

15
20
25

Ein weiteres Farbnachtsichtgerät offenbart die US 6,150,930. In dieser Schrift umfasst das Farbnachtsichtgerät lediglich eine Kamera, die jedoch mit unterschiedlichen Typen von Sensoren bestückt ist. So ist ein erster Typ von Sensoren sensitiv für infrarote Strahlung und ein zweiter Typ von Sensoren ist sensitiv für Strahlung im sichtbaren Spektralbereich. Mit dieser Kamera lassen sich zwei Bilder derselben

30
35

Szene erzeugen, von denen eines im infraroten Spektralbereich aufgenommen wird und das zweite im sichtbaren Spektralbereich. Beide Bilder werden zu einem Anzeigebild der Szene kombiniert, das auf einem Anzeigeschirm dargestellt wird.

Neben infraroten Kameras oder Farbnachtsichtgeräten sind in heutigen Kraftfahrzeugen auch Kollisionsschutzvorrichtungen bekannt. Diese arbeiten beispielsweise mit einem Radarsensor, um die Distanz zu einem vorausfahrenden Fahrzeug oder zu einem in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges auftretenden Objektes zu bestimmen. Verringert sich die Distanz unter einen vorgegebenen Grenzwert, wird das Kraftfahrzeug automatisch leicht abgebremst. Vergrößert sie sich über den Grenzwert, wird das Kraftfahrzeug beschleunigt. Alternativ dazu kann ein akustisches Warnsignal ausgelöst werden, das einem Lenker anzeigt, wann er stark bremsen sollte.

Im Hinblick auf generelle Bestrebungen einer Gewichtsreduktion bei Kraftfahrzeugen, die sich unter anderem günstig auf den Kraftstoffverbrauch auswirkt, sowie auf die Kostenersparnis, ist es wünschenswert, bestehende Einrichtungen in Kraftfahrzeugen derart zu vereinfachen, dass auf Komponenten möglichst verzichtet werden kann.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Entfernungsbestimmung eines Objekts zu schaffen, welche in einem Kraftfahrzeug, das mit einem Nachtsichtgerät und einem Kollisionsschutzsystem bestückt ist, zu einer Einsparung von Komponenten führt.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 11.

Bei der Erfindung werden mit einer einzigen Vorrichtung zwei Bilder derselben Szene aufgenommen, eines im sichtbaren Spektralbereich, das zweite im infraroten Spektralbereich,

sowie ohne zusätzliche Aufwendungen aus den Bildern eine Entfernung des Objekts in der Szene bestimmt. Die ermittelte Entfernung lässt sich für geeignete Zwecke verwenden, wie beispielsweise für eine Kollisionsschutzvorrichtung. Somit entfällt bei bekannten Kollisionsschutzvorrichtungen die Notwendigkeit eines Entfernungssensors wie z.B. eines Radarsensors. Mit den in den obengenannten Schriften beschriebenen Vorrichtungen lassen sich Entfernung von Objekten deshalb nicht bestimmen, weil jeweils beide Kameras die Szene aus demselben Blickwinkel aufnehmen, so dass der zur Entfernungsbestimmung benötigte definierte Abstand zwischen den Kameras fehlt. Für ein Fahrzeug mit einer solchen Vorrichtung ist ein zusätzlicher Entfernungssensor zum Betrieb einer Kollisionsschutzvorrichtung unerlässlich. Gegenüber der US 5,001,558 hat die Erfindung den weiteren Vorteil, dass auch der Spiegel entfällt, was hinsichtlich notwendiger Justagearbeiten von Spiegel und Kameras und der Bruchgefahr beim Spiegel einen zusätzlichen Vorteil darstellt. Weil mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung Komponenten wie Entfernungssensoren bzw. Spiegel eingespart werden können, ist ein Kraftfahrzeug, das mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgestattet ist, gegenüber bekannten Kraftfahrzeugen mit Farbnachtsichtgerät und Kollisionsschutzvorrichtung generell kostengünstiger und gewichtsärmer und somit kraftstoffsparender.

Die Vorrichtung kann weiter ein Wiedergabesystem mit Anzeigeschirm zur elektronischen Erzeugung und Anzeige eines aus einer Mehrzahl von Pixeln aufgebauten Anzeigebildes der Szene umfassen, wobei das Wiedergabesystem das Anzeigebild aus Bildsignalen ableitet, die von beiden Kameras geliefert werden. Sofern es sich bei der ersten Kamera um eine Farbkamera handelt, kann die Vorrichtung als Farbnachtsichtgerät eingesetzt werden, das wie oben beschrieben im Anzeigebild farbliche Unterschiede von im sichtbaren Spektralbereich strahlenden Bereichen der Szene sichtbar macht. Es wird dadurch auch ungeübten Personen ermöglicht, die Szene auf dem Anzeigebild

ohne Schwierigkeit zu erkennen und sich bei Dunkelheit zu orientieren.

5 Bevorzugt umfasst das Wiedergabesystem eine Kombinationseinrichtung zur Erzeugung eines kombinierten Videosignals und leitet das Anzeigebild aus dem kombinierten Videosignal ab, wobei das kombinierte Videosignal für jeden Pixel eine aus dem Bildsignal der zweiten Kamera abgeleitete Leuchtdichteinformation und eine aus dem Bildsignal der ersten Kamera abgeleitete Farbartinformation umfasst. Eine solche Kombination
10 kann mittels einfacher Schaltungen bewerkstelligt werden.

Die erste Kamera kann als das Bildsignal ein mehrkomponentiges Farbvideosignal liefern, bei dem eine der Komponenten eine
15 Leuchtdichteinformation für jeden Pixel ist. Dies entspricht der bekannten Darstellung des Pixels im YUV-Modell.

Alternativ dazu kann die erste Kamera Sensoren, die jeweils in einem roten, einem grünen bzw. einem blauen Wellenlängenbereich empfindlich sind, umfassen, was dem bekannten RGB-Aufnahmeverfahren entspricht. Zusätzlich kann die erste Kamera eine Transformationsmatrix umfassen, die von den Sensoren
20 gelieferte Signale in das mehrkomponentige Farbvideosignal transformiert, bei dem eine der Komponenten eine Leuchtdichteinformation für jeden Pixel ist. In einem solchen Fall kann für das Wiedergabesystem eine Rücktransformationsmatrix vorgesehen sein, die das mehrkomponentige Farbvideosignal in ein
25 zweites Farbvideosignal rücktransformiert, das die Helligkeit jedes Pixels in einem roten, einem grünen und einem blauen Wellenlängenbereich repräsentiert, und das Anzeigebild aus
30 dem zweiten Farbvideosignal ableitet.

Grundsätzlich kann von dem Wiedergabesystem auch ein räumliches Bild des Objekts erzeugt werden.

35

Beim erfindungsgemäßen Verfahren kann das Objekt in den beiden Bildern dadurch erkannt werden, dass in den von den bei-

den Kameras aufgenommenen Bildern der Szene gemeinsame Merkmale aufgefunden werden.

Das mit der ersten Kamera aufgenommene Bild der Szene kann
5 durch ein mehrkomponentiges Farbvideosignal repräsentiert
sein, wobei wenigstens eine Komponente des mehrkomponentigen
Farbvideosignals zum Auffinden der gemeinsamen Merkmale mit
dem von der zweiten Kamera aufgenommenen Bild verglichen wer-
den kann. Ein solches mehrkomponentiges Farbvideosignal kann
10 das Bild der Szene beispielsweise nach dem bekannten RGB-
Modell in einem roten, einem grünen und einem blauen Spek-
tralbereich repräsentieren. Dann ist es möglich, für den Ver-
gleich mit dem von der zweiten Kamera aufgenommenen Bild nur
eine Repräsentation des Bildes in entweder dem roten oder dem
15 grünen oder dem blauen Spektralbereich heranzuziehen. Es kön-
nen aber auch jeweils zwei oder alle drei Repräsentationen,
also das komplette mehrkomponentige Farbvideosignal, mit dem
von der zweiten Kamera aufgenommenen Bild verglichen werden.
Entsprechendes ist für ein mehrkomponentiges Farbvideosignal
20 nach dem YUV-Modell möglich, dessen Komponenten eine Leucht-
dichtekomponente Y und zwei Farbartkomponenten U und V dar-
stellen, und das sich durch eine Transformation aus einem
mehrkomponentigen Farbvideosignal nach dem RGB-Modell gewin-
nen läßt.

25

Andererseits kann das mit der ersten Kamera aufgenommene Bild
der Szene eine Leuchtdichteninformation der Szene wiederge-
ben, und dieses Bild kann nun zum Auffinden der gemeinsamen
Merkmale mit dem von der zweiten Kamera aufgenommenen Bild
30 verglichen werden. Dann muss es sich bei der ersten Kamera
nicht notwendigerweise um eine Farbkamera handeln; es kann
auch eine Schwarz-Weiss-Kamera als erste Kamera verwendet
werden.

35 Nachfolgend wird die Erfindung unter Zuhilfenahme einer fi-
gürlichen Darstellung näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

5

Eine in einem Kraftfahrzeug eingebaute Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Figur 1 schematisch dargestellt. Die Vorrichtung umfasst eine erste Kamera 1 und eine zweite Kamera 2, die in einem definierten Abstand a zueinander angeordnet sind. Beide Kameras 1, 2 sind auf eine Szene 3 ausgerichtet, die ein Objekt 4, im vorliegenden Fall ein Fahrzeug, enthält, und nehmen jeweils ein Bild der Szene 3 auf. Die erste Kamera 1 ist im sichtbaren Spektralbereich empfindlich, die zweite Kamera 2 ist im infraroten Spektralbereich empfindlich. Dabei umfasst die erste Kamera 1 Sensoren 5, die jeweils in einem roten, einem grünen bzw. einem blauen Wellenlängenbereich empfindlich sind, und eine mit den Sensoren 5 verbundene Transformationsmatrix 6. Sowohl die erste Kamera 1 als auch die zweite Kamera 2 sind mit einer Triangulationseinrichtung 7 verbunden. Sie stehen auch mit einem Wiedergabesystem 8 in Verbindung. Das Wiedergabesystem 8 umfasst eine Kombinationseinrichtung 9, die über eine Leitung 10 mit der ersten Kamera 1 und über eine Leitung 11 mit der zweiten Kamera 2 verbunden ist, eine mit der Kombinationsmatrix 9 verbundene Rücktransformationsmatrix 12 und einen Anzeigeschirm 13 zum Anzeigen eines Anzeigebildes 14. Schließlich ist eine Kollisionsschutzeinrichtung 15 des Fahrzeuges dargestellt. Diese steht mit der Triangulationseinrichtung 7 in Verbindung.

30

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens nimmt die zweite Kamera 2 im infraroten Wellenlängenbereich ein Bild der Szene 3 auf. Sie erzeugt daraus ein Y_{IR} -Bildsignal und gibt es an die Leitung 11 aus, über welche es einerseits zur Triangulationseinrichtung 7 und andererseits zur Kombinationseinrichtung 9 gelangt.

35

Die erste Kamera 1 nimmt mit den Sensoren 5 im sichtbaren Spektralbereich ebenfalls ein Bild der Szene 3 auf. Von den Sensoren 5 werden der Transformationsmatrix 6 nach dem RGB-Aufnahmeverfahren entsprechende Signale RGB des Bildes geliefert. Die Transformationsmatrix 6 transformiert die Signale RGB in ein mehrkomponentiges Farbvideosignal YUV, wobei die Komponente Y des mehrkomponentigen Farbvideosignals YUV ein Luminanzsignal ist. Für diese Transformation wird die folgende Matrix-Multiplikation durchgeführt:

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,169 & -0,3316 & 0,500 \\ 0,500 & -0,4186 & -0,0813 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

Das mehrkomponentige Farbvideosignal YUV verläßt die erste Kamera 1 über die Leitung 10 und erreicht wie das Y_{IR} -Bildsignal einerseits die Triangulationseinrichtung 7 und andererseits die Kombinationseinrichtung 9.

Die Kombinationseinrichtung 9 kombiniert das Y_{IR} -Bildsignal mit dem mehrkomponentigen Farbvideosignal YUV, indem sie das Luminanzsignal Y des mehrkomponentigen Farbvideosignals YUV durch das Y_{IR} -Bildsignal ersetzt. Durch die Ersetzung des Y-Signals im mehrkomponentigen Farbvideosignal YUV durch das Y_{IR} -Bildsignal wird ein kombiniertes Videosignal $Y_{IR}UV$ erhalten. In diesem mehrkomponentigen Farbvideosignal ist die Helligkeit jedes Pixels durch Y_{IR} und sein Farbwert durch U und V definiert. Dieses Y_{IR} -Bildsignal wird von der Kombinationseinrichtung an die Rücktransformationsmatrix 12 ausgegeben.

Bei der Rücktransformationsmatrix 12 handelt es sich um eine Einrichtung, welche eine zu der von der Transformationsmatrix 6 der ersten Kamera 1 durchgeführten Transformation inverse Transformation des Videosignals ausführt. Im allgemeinen wird diese Rücktransformation durch die folgende Matrix-Multiplikation bewerkstelligt:

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1,404 \\ 1 & -0,3434 & -0,712 \\ 1 & 1,773 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix}$$

Das heißt, die Rücktransformationsmatrix 12 wandelt im vor-
 liegenden Fall Signale vom YUV-Modell ins RGB-Modell um. Das
 5 kombinierte Videosignal Y_{IRUV} wird daher in der Rücktransfor-
 mationsmatrix 12 in ein zweites mehrkomponentiges Farbvideo-
 signal $R'G'B'$ umgewandelt und schließlich an den Anzeige-
 schirm 13 ausgegeben. Vom Anzeigeschirm 13 wird ein aus dem
 zweiten mehrkomponentigen Farbvideosignal $R'G'B'$ abgeleitetes
 10 und aus Pixeln aufgebautes Anzeigebild 14 wiedergegeben, wo-
 bei die Pixel des Anzeigebildes 14 mit einer durch das zweite
 mehrkomponentige Farbvideosignal $R'G'B'$ repräsentierten Farbe
 dargestellt werden.

15 Neben der Generierung des Anzeigebildes 14 werden das von der
 ersten Kamera 1 gelieferte mehrkomponentige Farbvideosignal
 YUV und das von der zweiten Kamera 2 gelieferte Y_{IR} -
 Bildsignal zur Ermittlung einer Entfernung des Objekts 4 von
 den Kameras 1, 2 verwendet. In der Triangulationseinrichtung
 20 7 werden das durch das mehrkomponentige Farbvideosignal YUV
 repräsentierte Bild und das durch das Y_{IR} -Bildsignal reprä-
 sentierte Bild miteinander verglichen. Dabei wird nach ge-
 meinsamen Merkmalen in den Bildern gesucht. Anhand solcher
 Merkmale wird das Objekt 4 in den jeweiligen Bildern der Sze-
 25 ne 3 identifiziert. Da die Bilder infolge des definierten Ab-
 standes a der beiden Kameras 1, 2 eine Parallaxenverschiebung
 aufweisen, lässt sich durch ein bekanntes einfaches Triangu-
 lationsverfahren aus dem bekannten weil definierten Abstand a
 und der aus den die Bilder repräsentierenden Signalen ermit-
 30 telten Parallaxenverschiebung eine Entfernung zwischen dem
 Objekt 4 und den Kameras 1, 2, respektive dem Kraftfahrzeug,
 bestimmen.

Die von den Sensoren 5 erzeugten Signale RGB repräsentieren
 35 drei Bilder der Szene 3, bei denen die Szene 3 jeweils in ei-

nem roten, in einem grünen und einem blauen Spektralbereich abgebildet ist. Daher ist es auch möglich, alternativ zu oben jeweils eines der Signale R, G oder B mit dem Y_{IR} -Bildsignal zur Auffindung gemeinsamer Merkmale und zur Identifizierung des Objekts 4 durch die Triangulationseinrichtung 7 zu vergleichen und auf die soeben beschriebene Weise die Entfernung des Objekts 4 zu den Kameras 1, 2 zu bestimmen. Es kann aber auch das durch alle drei Signale RGB repräsentierte Bild, bei dem das Bild im roten, das Bild im grünen und das Bild im blauen Spektralbereich gemeinsam zu einem Farbbild kombiniert sind, mit dem Y_{IR} -Bildsignal verglichen werden.

Die bestimmte Entfernung wird an die Kollisionsvorrichtung 15 übermittelt. Der Kollisionsvorrichtung 15 ist ein Grenzwert für die Entfernung vorgegeben, den sie mit der von der Triangulationseinrichtung 7 ermittelten Entfernung vergleicht. Unterschreitet die ermittelte Entfernung den Grenzwert, so veranlasst die Kollisionsvorrichtung 15 eine entsprechend vorgegebene Reaktion.

Beispielsweise kann es sich bei dem Objekt 4 wie in Figur 1 dargestellt um ein vorausfahrendes Fahrzeug handeln. Wenn die Kollisionsvorrichtung 15 feststellt, dass die Entfernung des vorausfahrenden Fahrzeugs den Grenzwert unterschreitet, kann sie als Reaktion darauf ein akustisches oder optisches Signal auslösen, das als Warnung für den Kraftfahrzeuglenker bestimmt ist. Das Signal kann dem Lenker anzeigen, wann er bremsen sollte. Es sind auch derartige Vorkehrungen möglich, bei denen die Kollisionsvorrichtung 14 eigenmächtig die Kontrolle über das Kraftfahrzeug übernimmt. Diese kann von einem automatischen Abbremsen oder Beschleunigen zur automatischen Abstandhaltung bis zu automatischen Ausweichbewegungen des Kraftfahrzeuges oder einem Nothalt reichen. Ein Nothalt ist vor allem dann sinnvoll, wenn in Fahrtrichtung ein Objekt 4 überraschend und gefährlich nahe vor dem Kraftfahrzeug auftaucht.

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

- 5 1. Vorrichtung mit zwei Kameras (1; 2), von denen eine erste Kamera (1) im sichtbaren Spektralbereich empfindlich ist und eine zweite Kamera (2) im infraroten Spektralbereich empfindlich ist, und die in einem definierten Abstand (a) zueinander angeordnet sind, um Bilder einer gleichen, we-
- 10 nigstens ein Objekt (4) aufweisenden Szene (3) aufzunehmen,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- dass sie weiter eine Triangulationseinrichtung (7) umfasst, die eine Entfernung des Objekts (4) von den Kame-
- 15 ras (1; 2) aus dem definierten Abstand (a) und den von den zwei Kameras (1; 2) aufgenommenen Bildern berechnet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- 20 dass sie ein Wiedergabesystem (8) mit Anzeigeschirm (13) zur elektronischen Erzeugung und Anzeige eines aus einer Mehrzahl von Pixeln aufgebauten Anzeigebildes (14) der Szene (3) umfasst, wobei das Wiedergabesystem (8) das Anzeigebild (14) aus Bildsignalen (RGB; YUV; Y_{IR}) ableitet,
- 25 die von beiden Kameras (1; 2) geliefert werden.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- dass die erste Kamera (1) eine Farbkamera ist.
- 30 4. Vorrichtung nach Anspruch 2 und 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Wiedergabesystem (8) eine Kombinationseinrichtung (9) zur Erzeugung eines kombinierten Videosignals (Y_{IRUV}) umfasst und das Anzeigebild (14) aus dem kombinierten Videosignal (Y_{IRUV}) ableitet, wobei das kombinierte Videosignal (Y_{IRUV}) für jeden Pixel eine aus dem Bildsignal (Y_{IR}) der zweiten Kamera abgeleitete Leuchtdichteninformation und eine aus dem Bildsignal (RGB; YUV) der ersten Kamera abgeleitete Farbartinformation umfasst.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die erste Kamera (1) als das Bildsignal (RGB; YUV) ein mehrkomponentiges Farbvideosignal (YUV) liefert, und
dass eine der Komponenten (Y) eine Leuchtdichteninformation für jeden Pixel ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die erste Kamera (1) Sensoren (5), die jeweils in einem roten, einem grünen bzw. einem blauen Wellenlängenbereich empfindlich sind, und eine Transformationsmatrix (6) umfasst, die von den Sensoren (5) gelieferte Signale (RGB) in das mehrkomponentige Farbvideosignal (YUV) transformiert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Wiedergabesystem (8) eine Rücktransformationsmatrix (12), die das mehrkomponentige Farbvideosignal (Y_{IRUV}) in ein zweites Farbvideosignal ($R'G'B'$) rücktransformiert, das die Helligkeit jedes Pixels in einem roten, einem grünen und einem blauen Wellenlängenbereich repräsentiert, umfasst, und das Anzeigebild (14) von dem zweiten Farbvideosignal ($R'G'B'$) ableitet.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Wiedergabesystem (8) ein räumliches Bild des Objekts (4) erzeugt.

5 9. Fahrzeug mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

10. Fahrzeug nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
10 dass es eine automatische Kollisionsschutzvorrichtung (15) umfasst, welche die von der Triangulationseinrichtung (7) berechnete Entfernung verwendet.

11. Verfahren zur Entfernungsbestimmung eines Objekts (4),
15 bei dem:
(a) mit einer ersten Kamera (1) in einem sichtbaren Spektralbereich ein Bild einer das Objekt (4) aufweisenden Szene (3) aufgenommen wird;
(b) mit einer in einem definierten Abstand (a) zur ersten Kamera (1) angeordneten zweiten Kamera (2) in
20 einem infraroten Spektralbereich ein Bild derselben Szene (3) aufgenommen wird; und
(c) aus dem definierten Abstand (a) und den von den beiden Kameras (1; 2) aufgenommenen Bildern eine Entfernung des Objekts (4) von den Kameras (1; 2) berechnet wird.
25

12. Verfahren nach Anspruch 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
30 dass durch Auffinden gemeinsamer Merkmale in den von den beiden Kameras (1; 2) aufgenommenen Bildern der Szene (3) das Objekt (4) in den beiden Bildern erkannt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das mit der ersten Kamera (1) aufgenommene Bild durch ein mehrkomponentiges Farbvideosignal (RGB; YUV)

repräsentiert wird, und wenigstens eine Komponente des mehrkomponentigen Farbvideosignals (RGB; YUV) zum Auffinden der gemeinsamen Merkmale mit dem von der zweiten Kamera (2) aufgenommenen Bild verglichen wird.

5

14. Verfahren nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das mit der ersten Kamera (1) aufgenommene Bild der Szene (3) eine Leuchtdichteninformation (Y) der Szene (3)

10

wiedergibt, und dieses Bild zum Auffinden der gemeinsamen Merkmale mit dem von der zweiten Kamera (2) aufgenommenen Bild verglichen wird.

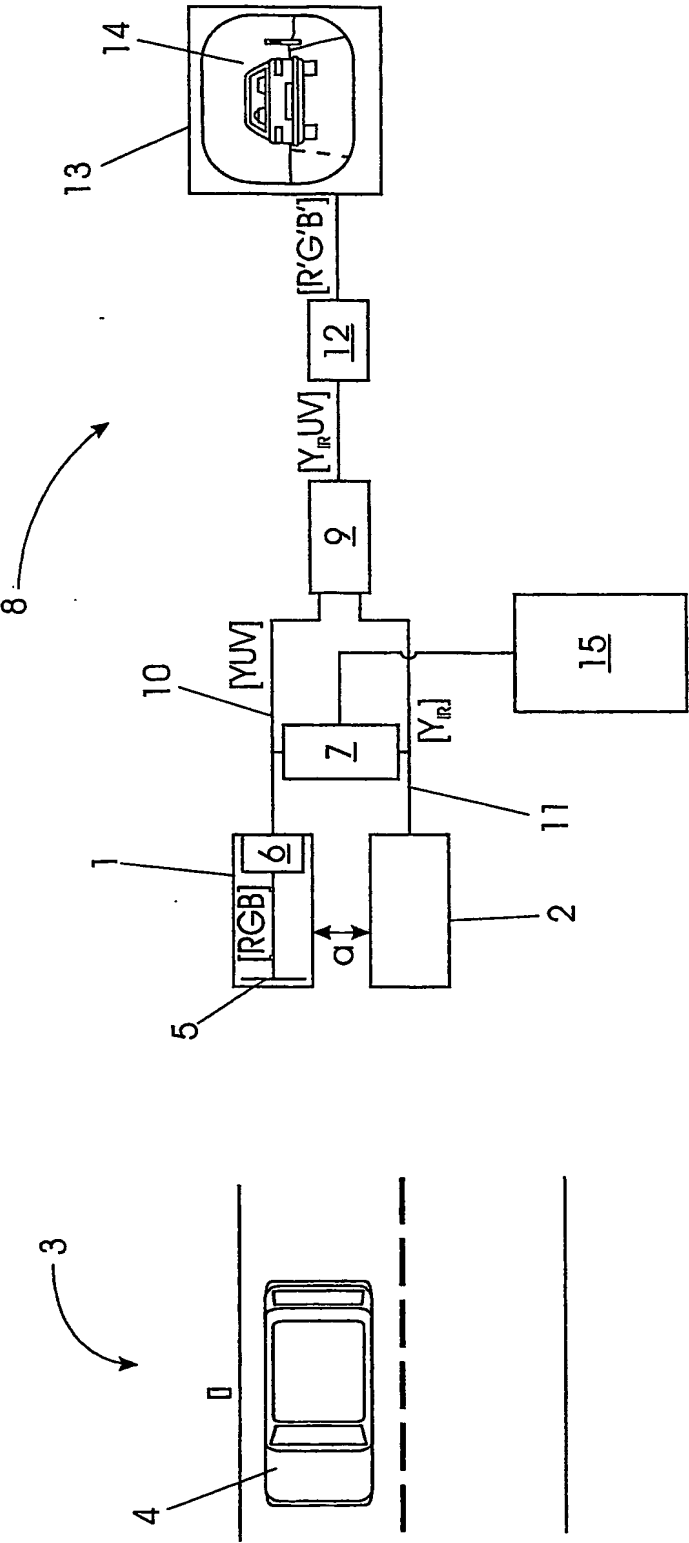


Fig. 1